

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H04L 12/28

(11) 공개번호
(43) 공개일자

10-2004-0024784
2004년03월22일

(21) 출원번호 10-2002-0056230
(22) 출원일자 2002년09월16일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 강충구
서울특별시성북구성북동고려대학교공과대학공학관405호

김원수
서울특별시성북구종암1동31-32101호

윤상보
경기도성남시분당구이매동삼성아파트1003동401호

강우식
경기도수원시팔달구영통동청명마을건영1차아파트422동1603호

김영수
경기도성남시분당구미금동까치마을1단지대우아파트109동2401호

(74) 대리인 이영필
이해영

심사청구 : 없음

(54) I E E E 802.11 A d - h o c 무선 랜에서 서비스차별화를 위한 분산 MAC 프로토콜 구성 방법

요약

IEEE 802.11 Ad-hoc 무선 랜에서 서비스 차별화를 위한 분산 MAC 프로토콜 구성 방법이 개시된다. 상기 분산 MAC 프로토콜 구성 방법은, (a) 채널 액세스시 해당 단말이 실시간 단말인지 비실시간 단말인지의 여부에 따라 제 1 또는 제 2 경쟁 윈도우를 구성하는 단계; 및 (b) 상기 실시간 단말과 상기 비실시간 단말이 동시에 채널 액세스 요구를 하는 경우, 상기 비실시간 단말의 상기 제 2 경쟁 윈도우에 소정의 오프셋 값을 포함시킴으로서, 상기 실시간 단말이 상기 비실시간 단말 보다 우선적으로 채널에 접근하도록 하는 단계를 포함한다. 이 같은 상기 분산 MAC 프로토콜 구성 방법에 의하면 단순한 복잡도의 추가만으로도 실시간 트래픽을 지원할 수 있고, 기존의 시스템과의 공존성(backward compatibility)을 완벽하게 보장할 수 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 분산 MAC 프로토콜 구성 방법을 보여주는 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초기 채널 액세스 과정을 보여주는 도면이다.

도 3은 여러 개의 셀이 중첩된 멀티-홉(Multi-hop) 기반 BSS(Basic Service Set)의 일 예를 보여주는 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 단말들간에 발생할 수 있는 은닉 단말(non-real-time hidden terminal) 문제를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 잔여 수명(residual time)에 따라 우선권을 부여하기 위한 1차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 의 예를 보여주는 도면이다.

도 6은 잔여 수명에 따라 우선권을 부여하기 위한 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 의 예를 보여주는 도면이다.

도 7a 및 7b는 도 5에 도시된 1차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 에 있어서 k 에 따른 우선권 부여 결과를 보여주는 도면이다.

도 8a 및 8b는 도 6에 도시된 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 에 있어서 k 에 따른 우선권 부여 결과를 보여주는 도면이다.

도 9a 및 9b는 도 6에 도시된 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 에 있어서 ϵ 에 따른 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 의 불룩한 정도의 변화를 보여주는 도면이다.

도 10은 서로 다른 형태의 확률 분포 함수들에 대한 단말간의 충돌확률 분석 결과를 보여주는 도면이다.

도 11은 비실시간 단말(STA_{NRT})이 5개 사용된 경우, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우와 일반적인 DCF가 적용된 경우에 대한 실시간 단말의 평균 패킷 손실 확률을 보여주는 도면이다.

도 12는 비실시간 단말(STA_{NRT})이 5개 사용된 경우, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우와 일반적인 DCF가 적용된 경우에 대한 실시간 단말의 평균 MAC 지연 시간을 보여주는 도면이다.

도 13은 실시간 단말(STA_{RT})이 5개 사용된 경우, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우와 일반적인 DCF가 적용된 경우에 대한 비실시간 단말의 평균 패킷 손실 확률을 보여주는 도면이다.

도 14는 실시간 단말(STA_{RT})이 5개 사용된 경우, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우와 일반적인 DCF가 적용된 경우에 대한 비실시간 단말의 평균 MAC 지연 시간을 보여주는 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무선 LAN(Wireless Local Area Network) 기술에 관한 것으로, 특히 IEEE 802.11 Ad-hoc 망에서 실시간 트래픽에 대한 효율적인 지원을 수행할 수 있는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법에 관한 것이다.

미국의 IEEE 802.11 WG은 1997년 무선 LAN에 대한 최초의 표준인 IEEE 802.11을 완성함으로써 무선 LAN 이용 확산을 위한 전기를 마련하였으며, 이후 무선 LAN의 고속화에 대한 시장의 요구를 반영하여 새로운 물리계층 표준인 IEEE 802.11b와 IEEE 802.11a 등을 추가로 작성하였다.

IEEE 802.11이 채택한 MAC은 DFWMAC(Distributed Foundation Wireless MAC)이라 불리며, DFWMAC은 통신 범위 내에 있는 모든 스테이션과 서로 직접 통신을 할 수 있는 Ad-hoc 구성과 액세스 포인트와 분배 시스템을 포함한 기반 구조의 무선 LAN 모두에 사용되는 것을 목적으로 한다.

DFWMA^C 정합 기능(DFWMA^C Coordination Function)은 크게 DCF(Distributed Coordination Function) 기능과 PCF(Point Coordination Function) 기능으로 나뉜다. DCF 기능은 경쟁에 의해 채널을 획득하도록 하는 기능으로 비 동기 데이터 통신에 사용되며, PCF 기능은 시간 제한을 받는 동기 데이터 전송에 사용된다. 이 중 DCF는 경쟁 구간에서 비실시간 데이터를 전송하기 위한 기본 채널 액세스 메커니즘으로 CSMA/CA(carrier sense multiple access with collision avoidance) 방식을 사용한다. CSMA/CA 방식은 부가적인 제어 메시지가 없고, 동작 과정이 단순하기 때문에 구현이 용이하다는 장점이 있는 반면, 실시간 트래픽의 지원은 불가능한 단점을 가진다.

이 외에도, IEEE 802.11TGe에서는 무선 LAN 구간에서 QoS(Quality of Service)를 제공하기 위한 표준을 진행하고 있다. 이는 기존 MAC에 QoS를 제공하기 위해 기존의 DCF 메커니즘에 추가적으로 우선권에 따른 매개변수의 차별화 방식을 적용한 것으로서, 각각의 트래픽 카테고리(Traffic Category ; TC)에 따라 큐를 운용하고, 각기 다른 매개변수를 사용하여 실시간과 비실시간 트래픽에 대해 우선권을 부여한다. 그러나, 상기 방안에는 실시간 트래픽과 비실시간 트래픽의 채널 액세스시 충돌 가능성이 큰 문제점을 가지고 있고, 지연 사항에 민감한 실시간 트래픽의 경우 사실상 유동적인 우선권 부여가 불가능한 단점을 가지고 있다. 그리고 경우에 따라서는(예를 들면, 큐 내에서 지연을 많이 겪는 경우) 지연 사항에 대한 제약조건을 가진 트래픽들 중 지연 바운드가 큰 트래픽이 지연 바운드가 작은 트래픽보다 더 큰 우선권을 가져야 하는 경우가 발생하기도 한다. 따라서, 상기와 같은 형태의 우선권 부여 방식은 실시간 트래픽에 대한 QoS 보장에는 적합하지 않다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 실시간 단말과 비실시간 단말 각각을 위한 2 개의 경쟁 윈도우를 운영함으로써 실시간 단말과 비실시간 단말간의 채널 액세스 구간을 차별화시킬 수 있는 분산 MAC 프로토콜을 제공하는데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 확률 분포 함수 부분을 조정하여 실시간 트래픽간에 우선권을 부여함으로써 실시간 트래픽에 대해 QoS를 보장 할 수 있는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기의 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 분산 MAC 프로토콜 구성 방법은, (a) 채널 액세스시 해당 단말이 실시간 단말인지 비실시간 단말인지의 여부에 따라 제 1 또는 제 2 경쟁 윈도우를 구성하는 단계; 및 (b) 상기 실시간 단말과 상기 비실시간 단말이 동시에 채널 액세스 요구를 하는 경우, 상기 비실시간 단말의 상기 제 2 경쟁 윈도우에 소정의 오프셋 값을 포함시킴으로서, 상기 실시간 단말이 상기 비실시간 단말 보다 우선적으로 채널에 접근하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 분산 MAC 프로토콜 구성 방법을 보여주는 흐름도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜 구성 방법은, 채널 액세스시 해당 단말이 실시간 단말인지 비실시간 단말인지의 여부에 따라 2가지의 경쟁 윈도우를 구성하고, 실시간 단말의 액세스시 상기 실시간 단말들의 잔여수명을 이용하여 상기 실시간 단말들간에 우선권을 부여한다.

이를 위해 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜 구성 방법은, 먼저 채널 액세스시 해당 단말이 실시간 단말(STA_{RT})인지 비실시간 단말(STA_{NRT})인지의 여부를 판별한다(1000 단계).

1000 단계에서의 판별 결과, 해당 단말이 실시간 단말(STA_{RT})이면, 제 1 경쟁 윈도우(CW_i^(rt))를 구성하고(1100 단계), 실시간 단말들의 잔여수명을 이용하여 실시간 단말간에 우선권을 부여한 후(1300 단계), 채널 액세스를 수행한다(1400 단계).

그리고, 1000 단계에서의 판별 결과, 해당 단말이 비실시간 단말(STA_{NRT})이면, 제 2 경쟁 윈도우(CW_i^(nrt))를 구성하고(1200 단계), 이에 따른 채널 액세스를 수행한다(1400 단계).

여기서, 제 1 및 제 2 경쟁 윈도우를 결정하는 방법은 아래에서 도 2 내지 도 4를 참조하여 자세히 설명될 것이다. 그리고, 실시간 단말간의 우선권 결정 방법 또한 아래에서 도 5 내지 도 9b를 참조하여 자세히 설명될 것이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초기 채널 액세스 과정을 보여주는 도면이다. 도 2를 참조하면, 본 발명에 서는 실시간 단말과 비실시간 단말간의 채널 액세스를 차별화 시키기 위하여 2개의 경쟁 윈도우를 운영한다. 그 하나

는 실시간 단말(STA_{RT})을 위한 경쟁 윈도우(CW_i^(rt))이고, 다른 하나는 비실시간 단말(STA_{NRT})을 위한 경쟁 윈도우(CW_i^(nrt))이다.

처음에 단말간의 충돌이 발생하면(즉, $i \geq 1$ 이면) 경쟁 윈도우 CW_i^(rt) (또는 CW_i^(nrt))는 CW_{RT_max} (또는 CW_{NRT_max})까지 지수적으로 증가한다. 비실시간 단말(STA_{NRT})은 초기 액세스시 오프셋 값으로 실시간 단말의 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max}) 만큼을 더해서 백오프(back-off) 시간을 선택한다. 상기 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max}) (즉, 오프셋 값)은 실시간 단말(STA_{RT})을 위한 채널 액세스 구간을 보장하기 위한 시간 값이 된다.

채널 액세스시 충돌이 발생할 경우 비실시간 단말의 백오프 시간(B_i^(nrt))은 [0, CW_i^(nrt)] 구간에서 선택된다. 이때, 비실시간 단말(STA_{NRT})은 패킷이 발생한 후 처음 액세스를 시도할 때에만 액세스 차별화를 위한 오프셋 값을 두고, 재시도 과정에서는 오프셋 값을 적용하지 않는다. 그 이유는 비실시간 단말(STA_{NRT})의 평균 지연 시간이 급격하게 증가하는 것을 막기 위함이다. 비실시간 단말(STA_{NRT})을 위한 백오프 시간(B_i^(nrt))은 아래의 [수학식 1]에 의해 결정된다.

$$\begin{aligned} & \text{수학식 1} \\ & B_i^{(nrt)} = CW_{RT_max} + \text{Random}[0, CW_i^{(nrt)}] \times \text{Slot_time}, \quad i=0 \\ & B_i^{(nrt)} = \text{Random}[0, CW_i^{(nrt)}] \times \text{Slot_time}, \quad i \geq 0 \end{aligned}$$

여기서, Random[0, CW_i^(nrt)]는 [0, CW_i^(nrt)] 구간에서 균일 분포(uniform distribution) 함수에 의해서 추출된 유사임의(pseudo-random) 정수 값이고, Slot_time은 프리앰블의 첫 비트가 송신된 시간부터 충돌사실이 감지되어 전송을 중지하는 데 소요되는 시간을 의미하며, i는 재시도 횟수를 의미한다. 비실시간 단말(STA_{NRT})을 위한 경쟁 윈도우(CW_i^(nrt))는 최소 경쟁 윈도우 값(CW_{NRT_min})에서 시작해서, 충돌이 발생할 때 2ⁱ CW_{NRT_min} 값의 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{NRT_max})까지 지수적으로 증가한다.

실시간 단말(STA_{RT})을 위한 백오프 시간(B_i^(rt))은 아래의 [수학식 2]에 의해 결정된다.

$$\begin{aligned} & \text{수학식 2} \\ & B_i^{(rt)} = \text{Random_G}[0, CW_i^{(rt)}] \times \text{Slot_time}, \quad i \geq 0 \end{aligned}$$

여기서, Random_G[0, CW_i^(rt)]는 [0, CW_i^(rt)] 구간에서 새로운 분포함수 G()에 의해서 추출된 유사임의의 정수 값이고, Slot_time은 프리앰블의 첫 비트가 송신된 시간부터 충돌사실이 감지되어 전송을 중지하는 데 소요되는 시간을 의미하며, i는 재시도 횟수를 의미한다. 실시간 단말(STA_{RT})을 위한 경쟁 윈도우(CW_i^(rt))는 최소 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_min})에서 시작해서, 충돌이 발생할 때 2ⁱ CW_{RT_min} 값의 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})까지 지수적으로 증가한다. [수학식 2]에서 사용된 분포함수 G()는 실시간 단말간의 우선권 부여를 위해 사용된 확률분포함수로써, 이에 대한 설명은 도 5 내지 도 9b를 참조하여 아래에서 상세히 설명될 것이다.

상기 [수학식 1] 및 [수학식 2]에 의하면 실시간 단말(STA_{RT})과 비실시간 단말(STA_{NRT})에 따라 이를 위한 백오프 시간(B_i^(rt), B_i^(nrt))이 각기 다르게 결정된다. 이렇게 결정된 백오프 시간(B_i^(rt), B_i^(nrt))은, 실시간 단말(STA_{RT})이 비실시간 단말(STA_{NRT})보다 우선 채널에 접근하는 것을 보장한다.

도 2에서는 채널 액세스 구간을 분리하기 위한 오프셋 값이 8이고, 실시간 단말(STA_{RT}) 및 비실시간 단말(STA_{NRT})의 최소 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_min}, CW_{NRT_min})이 각각 4이고, 실시간 단말(STA_{RT})의 초기 백오프 시간(B₀^(rt))이 4이고, 그리고 비실시간 단말(STA_{NRT})의 초기 백오프 시간(B₀^(nrt))이 12로 선택되었다고 가정한다. 여기서, 비실시간 단말(STA_{NRT})의 초기 백오프 시간(B₀^(nrt))은 오프셋 값(=8)에 [0, CW_{NRT_min}] 구간에서 선택된 임의의 값(=4)이 더해진 값을 의미한다.

[수학식 1] 및 [수학식 2]에서 알 수 있는 바와 같이, 비실시간 단말(STA_{NRT})의 초기 백오프 시간(B₀^(nrt))은 [0, CW_{NRT_min}] 구간에서 어떠한 값을 선택하더라도(예를 들어, 0의 값을 선택하더라도) 오프셋 값에 의해서 실시간 단말(STA_{RT})의 초기 백오프 시간(B₀^(rt))보다 항상 큰 값을 가지게 됨을 알 수 있다. 따라서, 비실시간 단말(STA_{NRT})보다 작은 백오프 시간을 갖는 실시간 단말(STA_{RT})은, 비실시간 단말(STA_{NRT})보다 우선적으로 채널에

접근할 수 있게 된다.

앞에서 설명한 바와 같이, 실시간 트래픽과 비실시간 트래픽이 공존할 경우, 본 발명에 따른 채널 액세스 방법은 기본적으로 DCF 방식과 마찬가지로 CSMA/CA 방식에 기반을 두고 있다. 따라서, 적절하게 매핑될 수 있고, 백오프 시간($B_0^{(nrt)}$)을 결정하는 과정에서 적절한 오프셋 값을 사용함으로써 실시간 단말(STA_{RT})과 비실시간 단말(STA_{NRT})의 채널 액세스 구간을 효과적으로 분리시킬 수 있다.

실시간 단말(STA_{RT})과 비실시간 단말(STA_{NRT})의 채널 액세스 구간을 분리하는 문제에서 중요한 고려 사항은 오프셋 값을 어떻게 두느냐 하는 문제이다. 오프셋 값을 두는 방식은 크게 2가지 형태가 될 수 있다. 그 중 하나는 실시간 단말(STA_{RT})의 부하에 따라서 오프셋 값을 유동적(adaptive)으로 두는 방안이고, 다른 하나는 실시간 단말(STA_{RT})의 부하에 관계없이 오프셋 값을 고정된 값으로 두는 방안이다.

도 3은 여러 개의 셀이 중첩된 멀티-홉(Multi-hop) 기반 BSS(Basic Service Set)의 일 예를 보여주는 도면이고, 도 4는 도 3에 도시된 단말들간에 발생할 수 있는 은닉 단말(non-real-time hidden terminal) 문제를 설명하기 위한 도면이다.

먼저 도 3을 참조하면, 하나의 BSS 내에 위치한 단말들(110-130)은 서로 상호 통신이 가능하기 때문에, 각각의 충돌에 대해서 인지하고 자신의 경쟁 윈도우 값을 업데이트 하는 것이 가능하다. 즉, 비실시간 단말(STA_{NRT} ; 120)과 실시간 단말(STA_{RT} ; 110)간의 충돌을 인지하고, 오프셋 값을 업데이트 하는 방식을 통해서 실시간 단말들의 채널 액세스 구간을 보장해 줄 수 있다. 이 때, 유동적인 방식을 사용하여 오프셋 값을 지정할 때에는 [수학식 1]의 CW_{RT_max} 대신 $CW_0^{(rt)}$ 를 사용한다.

여러 개의 셀이 중첩된 멀티-홉 기반으로 확장할 때, 비실시간 은닉 단말(non-real-time hidden terminal; STA_{NRT_hidden} ; 130)이 고려되어야 한다. 그리고, 상기 단말(130)이 실시간 단말의 채널 접근에 방해를 주지 않기 위해서는 비실시간 은닉 단말(STA_{NRT_hidden} ; 130)에게 BSS 내에서의 실시간 단말(STA_{RT} ; 110)의 충돌 정보를 알려 주어, 비실시간 은닉 단말(STA_{NRT_hidden} ; 130)이 오프셋 값을 업데이트 하도록 해야 한다. 즉, 충돌이 발생하면 실시간 단말(STA_{RT} ; 110)은 백오프 값을 늘려주게 되는데, 하나의 셀 내에 속한 모든 단말은 그것을 인지하고 자신의 백오프 크기를 늘릴 수 있지만, 비실시간 은닉 단말(STA_{NRT_hidden} ; 130)은 이를 인지하지 못하게 된다.

도 4에서 오프셋 값을 유동적으로 두게 되면, 실시간 단말(STA_{RT})의 초기 경쟁 윈도우 값($CW_0^{(rt)}$)에 의해서 오프셋 값이 결정된다. 이후에 충돌이 발생하게 되면, BSS 내부의 비실시간 단말(STA_{NRT} ; 120)은 실시간 단말(STA_{RT} ; 110)간의 충돌 여부를 확인해서 자신의 오프셋 값을 $CW_1^{(rt)}$ 로 업데이트해서 실시간 단말(STA_{RT} ; 110)의 채널 액세스 구간을 보장해 주게 된다. 그러나, 비실시간 은닉 단말(STA_{NRT_hidden} ; 130)은 충돌 여부를 인지하지 못하여, 오프셋 값을 그대로 가지게 된다. 이 때, 비실시간 은닉 단말(STA_{NRT_hidden} ; 130)은 오프셋 값이 업데이트 되지 않기 때문에, 실시간 단말(STA_{RT} ; 110)의 채널 액세스 구간이 비실시간 은닉 단말(STA_{NRT_hidden} ; 130)에 의해서 침범 당할 수 있고, 이로 인해 실시간 단말(STA_{RT})의 채널 액세스 구간이 보장될 수 없게 된다. 따라서, 본 발명에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해, [수학식 1]과 같이 초기 백오프 시간($B_0^{(nrt)}$)을 구할 때 오프셋 값을 실시간 단말의 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})으로 고정시킨다.

이 같은 멀티-홉 기반 BSS 뿐만 아니라, IEEE 802.11 Ad-hoc 무선 LAN에서 정의된 단일 홉 기반 BSS도 오프셋 값을 유동적으로 가져가기 위해서는 망의 위상이 변할 때마다 단말간의 정보 교환이 모든 단말간에 이루어져야 한다. 이 때, 망의 위상이 빈번하게 변하게 되면, 단말간에 이루어지는 제어 정보의 상호 교환이 망의 트루풋을 매우 크게 저하시킬 수 있고, 구현에 따른 복잡도 또한 크게 증가시키게 된다. 따라서, 구현 관점에서 보았을 때 본 발명과 같이 오프셋 값을 실시간 단말의 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})으로 고정시키는 것이 타당하다 할 수 있다.

여기서, 실시간 단말의 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})은 트래픽의 로드와 따라 적당한 값을 선택할 수 있어야 한다. 오프셋 값으로 사용되는 상기 값(CW_{RT_max})을 크게 하면 비실시간 단말의 지연 시간에 문제가 발생하게 된다. 따라서, 실시간 단말의 성능을 최대화하면서도 비실시간 단말의 지연에 따른 성능의 저하를 최소화할 수 있는 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})을 선택하는 것이 중요하다.

본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜에서는 실시간 트래픽에 대한 QoS를 보장하기 위해서, 앞에서 설명한 바와 같은 실시간 단말과 비실시간 단말간의 채널 액세스 차별화 방안 외에도 확률분포 함수 $G(\cdot)$ 를 이용한 실시간 트래픽간의 우선권 부여 방안을 제시하고 있다. 본 발명에 따른 실시간 트래픽간의 우선권 부여 방안은 다음과 같다.

일반적으로 실시간 트래픽간에 우선권을 부여하는 기준으로 지연 바운드 값이 주로 사용되고 있다. 그러나, 실제로 지연 바운드가 크다 할지라도 해당 단말의 패킷이 큐에 오래 대기한 경우는 지연바운드가 작은 단말에 비해서 우선적으로 접근해야 할 상황이 발생할 수도 있다. 따라서, 본 발명에서는 각 트래픽의 잔여 수명을 이용한 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 를 이용해서 우선권을 부여한다. 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 는 각 트래픽의 잔여 수명에 따라 요구되는 우선권을 적

절하게 설정하는 데 사용된다.

도 5는 잔여 수명(residual time)에 따라 우선권을 부여하기 위한 1차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 를 보여주는 도면이고, 도 6은 잔여 수명에 따라 우선권을 부여하기 위한 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 를 보여주는 도면이다.

도 5에 도시된 1차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 의 예를 수학식 3]과 같고, 도 6에 도시된 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 의 예를 수학식 4]와 같다.

수학식 3

$$G_k(x) = \frac{2}{CW_{RT}k} x, \quad 0 \leq x \leq k$$

$$G_k(x) = \frac{-2}{CW_{RT}(CW_{RT}-k)} (x-CW_{RT}), \quad k \leq x \leq CW_{RT}$$

수학식 4

$$G_k(x) = \frac{4(1-CW_{RT} \times \varepsilon)}{CW_{RT}k^2} x^{2+\varepsilon}, \quad 0 \leq x \leq \frac{k}{2}$$

$$G_k(x) = \frac{4(CW_{RT} \times \varepsilon - 1)}{CW_{RT}k^2} (x-k)^2 + \frac{2}{CW_{RT}} - \varepsilon, \quad \frac{k}{2} < x \leq k$$

$$G_k(x) = \frac{4(CW_{RT} \times \varepsilon - 1)}{CW_{RT}(k-CW_{RT})^2} (x-k)^2 + \frac{2}{CW_{RT}} - \varepsilon, \quad k < x \leq \frac{k+CW_{RT}}{2}$$

$$G_k(x) = \frac{4(1-CW_{RT} \times \varepsilon)}{CW_{RT}(k-CW_{RT})^2} (x-CW_{RT})^{2+\varepsilon}, \quad \frac{k+CW_{RT}}{2} < x \leq CW_{RT}$$

[수학식 3] 및 [수학식 4]에서, $\int_0^{CW_{RT}} G_k(x) dx = 1$ 이고, k (이완 계수 ; laxity factor)는 [수학식 5]와 같이 결정된다.

[수학식 3] 및 [수학식 4]에 의해 도출된 함수에서 실시간 트래픽의 지연 바운드를 D_{\max} 라 할 때, k 는 잔여수명(τ_B)과 D_{\max} 를 이용해서 다음과 같이 결정된다.

수학식 5

$$k = \frac{\tau_B}{D_{\max}} CW_{RT}$$

도 7a 및 7b는 도 5에 도시된 1차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 에 있어서 k 에 따른 우선권 부여 결과를 보여주는 도면이고, 도 8a 및 8b는 도 6에 도시된 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 에 있어서 k 에 따른 우선권 부여 결과를 보여주는 도면이다.

도 7a 내지 도 8b를 참조하면, [수학식 5]에서 알 수 있는 바와 같이 확률 분포 함수 $G_k(x)$ 는 잔여 수명이 많이 남은 경우(즉, k 값이 큰 경우) 우선권이 낮게 나타나고, 잔여 수명이 적게 남은 경우(즉, k 값이 작은 경우) 우선권이 높게 나타남을 알 수 있다.

실시간 트래픽간에 우선권을 부여하는 데 있어서, 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G()$ 에서 고려해야 할 점은 어떤 ε 값을 선택해야 여러 단말이 임의의 잔여 수명을 가지고 있을 때 충돌을 최소화할 수 있는가 하는 점이다. 즉, 2차 함수인 경우는 ε 값에 따라서 함수의 블록한 정도가 달라진다.

도 9a 및 9b는 도 6에 도시된 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G()$ 에 있어서 ε 에 따른 확률 분포 함수 $G()$ 의 블록한 정도의 변화를 보여주는 도면이다.

도 9a 및 9b를 참조하면, ε 값이 높아짐에 따라 확률 분포 함수 $G()$ 의 블록한 정도가 완만해지고, ε 값이 낮아짐에 따라 확률 분포 함수 $G()$ 의 블록한 정도가 급격해짐을 알 수 있다. 단, 이 때의 ε 값은 항상 $1/CW_{RT}$ 보다 작다.

이상에서, 본 발명의 실시예로서 실시간 트래픽간의 우선권 부여를 위한 확률 분포 함수로서 1차 및 2차 함수 형태의 확률 분포 함수 $G()$ 에 대해 구체적으로 예시되었으나, 그밖에도 실시간 트래픽간의 우선권 부여를 위한 확률 분포 함수로서 여러 가지 형태의 확률 분포 함수들이 사용될 수 있다.

도 10은 서로 다른 형태의 확률 분포 함수들에 대한 단말간의 충돌확률 분석 결과를 보여주는 도면이다. 도 10에는 선형 확률 분포 함수와, 다양한 ε 값을 가지는 2차 함수 형태의 확률 분포 함수들에 대한 단말간의 충돌확률 분석 결과가 도시되어 있다.

도 10을 참조하면, 실시간 단말의 경쟁 윈도우($CW_0(RT)$) 값이 10 이고, 잔여수명(τ_B)이 $[0, D_{max}]$ 의 범위에서 임의로 선택될 때, ε 값이 1/32인 경우의 확률 분포 함수가 실시간 트래픽간의 우선권 부여를 위한 최적의 확률 분포 함수라는 것을 알 수 있다.

본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜의 성능을 시뮬레이션 하기 위한 매개변수들은 아래의 [표 1]과 같다.

[표 1]

시뮬레이션 매개변수	값
채널 데이터율	1Mbps
D_{max}	25ms
Slot time	$20\mu s$
SIFS(Short interframe time)	$10\mu s$
PIFS(PCF interframe time)	$30\mu s$
DIFS(DCF interframe time)	$50\mu s$
$CW_{RT_{min}}$	31
$CW_{RT_{max}}$	255
$CW_{NRT_{min}}$	31
$CW_{NRT_{max}}$	1023
L	0

도 11 및 도 12는 비실시간 단말(STA_{NRT})이 5개 사용된 경우, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우와 일반적인 DCF가 적용된 경우에 대한 실시간 단말의 평균 패킷 손실 확률 및 비실시간 단말의 평균 MAC 지연 시간을 각각 보여주는 도면이다.

먼저 도 11을 참조하면, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우의 패킷 손실 확률은 타 경우에 비해 현저히 작음을 알 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우 12 개의 실시간 단말(STA_{RT})이 처리되는 동안, DCF 방식이 적용된 경우는 겨우 6 개의 실시간 단말(STA_{RT})이 처리됨을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜 방식은, 기존 방식에 비해 처리되는 실시간 단말(STA_{RT})의 양이 2배 가량 증가하게 된다.

이어서 도 12를 참조하면, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우, 일반적인 DCF가 적용된 경우에 비해 비실시간 단말의 평균 MAC 지연 시간이 약간 지연된 것을 알 수 있다. 이는 비실시간 단말을 위한 오프셋 값에서 비롯된 것으로서, 상기 오프셋 값은 비실시간 단말에는 영향을 미치는 반면 실시간 단말에는 영향을 미치지 않는다. 이와 같은 비실시간 단말의 평균 MAC 지연은 무선 LAN 시스템의 전체 성능에 거의 영향을 끼치지 않는다.

도 13 및 도 14는 실시간 단말(STA_{RT})이 5개 사용된 경우, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우와 일반적인 DCF가 적용된 경우에 대한 비실시간 단말의 평균 패킷 손실 확률 및 비실시간 단말의 평균 MAC 지연 시간을 각각 보여주는 도면이다.

도 13 및 도 14를 참조하면, 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜이 적용된 경우, 비실시간 단말에 대해 도 11 및 도 12에 도시된 결과와 비슷한 결과가 나타남을 알 수 있다.

이와 같은 본 발명에 따른 분산 MAC 프로토콜의 성능을 실시간 단말의 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})에 따라 나타내면 다음과 같다.

[표 2]

CW _{RT_max}	평균 패킷 손실 확률	평균 MAC 지연시간
63	0.03099	0.40024
127	0.01890	0.42523
255	0.00940	0.46982
511	0.00529	0.51405

[표 2]에 표시된 본 발명과 DCF 방식의 성능 비교 결과는, 실시간 단말(STA_{RT})이 5개, 비실시간 단말(STA_{NRT})이 16개 사용된 경우를 예로 든 것으로서, 최적의 오프셋 값은 255가 된다.

앞에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 기존의 802.11 Ad hoc MAC에서의 DCF 방안에서, 경쟁 윈도우 부분과 확률 분포 함수 부분을 다르게 구성함으로써, 실시간 트래픽에 대한 QoS를 보장하게 된다. 따라서, 본 발명은 기존의 Ad-hoc 기반의 무선랜 시스템과의 공존성을 유지하면서 실시간 트래픽을 효과적으로 지원할 수 있다.

이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

이상에 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 분산 MAC 프로토콜에 의하면, 실시간 단말과 비실시간 단말을 위해 2개의 경쟁 윈도우가 별도로 운영된다. 따라서, 실시간 단말과 비실시간 단말간의 채널 액세스 구간이 차별화 될 수 있다.

그리고, 본 발명에 의한 분산 MAC 프로토콜에 의하면 균일 확률 분포 함수 대신 각 트래픽의 잔여 수명을 이용한 확률 분포 함수를 이용하여 실시간 트래픽간에 우선권을 부여함으로써, 실시간 트래픽에 대해 QoS를 보장할 수 있는 분산 MAC 프로토콜을 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

(a) 채널 액세스시 해당 단말이 실시간 단말인지 비실시간 단말인지의 여부에 따라 제 1 또는 제 2 경쟁 윈도우를 구성하는 단계; 및

(b) 상기 실시간 단말과 상기 비실시간 단말이 동시에 채널 액세스 요구를 하는 경우, 상기 비실시간 단말의 상기 제 2 경쟁 윈도우에 소정의 오프셋 값을 포함시킴으로서, 상기 실시간 단말이 상기 비실시간 단말 보다 우선적으로 채널에 접근하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 경쟁 윈도우에 대응되는 제 1 백오프 구간은, $Random_G[0, CW_i^{(rt)}]$ 가 $[0, CW_i^{(rt)}]$ 구간에서 소정의 확률 분포 함수 $G()$ 에 의해 추출된 유사임의 정수 값을 나타내고, Slot_time이 충돌 감지 후 전송을 중지하는데 소요되는 시간을 나타낼 때,

$B_i^{(rt)} = Random_G[0, CW_i^{(rt)}] \times Slot_time, i \geq 0$ 값을 가지는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 경쟁 윈도우는 제 1 최소 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_min})에서 제 1 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})에 이르는 소정의 범위 내에서 지수적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 경쟁 윈도우에 대응되는 제 2 백오프 구간은, $Random[0, CW_i^{(nrt)}]$ 가 $[0, CW_i^{(nrt)}]$ 구간에서 균일 분포 함수에 의해 추출된 유사임의 정수 값을 나타내고, Slot_time이 충돌 감지 후 전송을 중지하는데 소요되는 시간을 나타낼 때,

$B_i^{(nrt)} = CW_{RT_max} + Random[0, CW_i^{(nrt)}] \times Slot_time, i = 0$

$B_i^{(nrt)} = Random[0, CW_i^{(nrt)}] \times Slot_time, i \geq 0$

값을 가지는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜

구성 방법.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 제 2 경쟁 윈도우는 제 2 최소 경쟁 윈도우 값(CW_{NRT_min})에서 제 2 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{NRT_max})에 이르는 소정의 범위 내에서 지수적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 비실시간 단말은 패킷이 발생된 후 처음 액세스를 시도할 때에 액세스 차별화를 위해 상기 오프셋 값을 사용하고, 재시도 과정에서는 상기 오프셋 값을 사용하지 않는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 비실시간 단말의 초기 백오프 시간은, 상기 오프셋 값에 의해 상기 실시간 단말의 초기 백오프 시간 보다 항상 큰 값을 가지는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 오프셋 값은 상기 실시간 단말의 부하에 따라서 상기 오프셋 값을 유동적으로 가질 수 있고, 상기 실시간 단말의 부하에 관계없이 고정된 임의의 값을 가질 수 있는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 오프셋 값이 유동적인 값을 가지는 경우, 상기 오프셋 값은 상기 실시간 단말의 초기 백오프 시간으로 설정되는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 10.

제 3 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 오프셋 값이 고정된 값을 가지는 경우, 상기 오프셋 값은 상기 실시간 단말의 상기 제 1 최대 경쟁 윈도우 값(CW_{RT_max})으로 설정되는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

상기 분산 MAC 프로토콜 구성 방법은, (c) 상기 실시간 단말의 액세스시 상기 실시간 단말들의 잔여수명을 이용하여 상기 실시간 단말들간에 우선권을 부여하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 (c) 단계는 각 트래픽의 잔여 수명을 이용한 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 를 이용해서 상기 실시간 단말들간에 우선권을 부여하는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

1차 함수 형태의 상기 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 는

CW_{RT} 가 상기 제 1 경쟁 윈도우를 나타내고, k 가 각 트래픽의 지연시간에 비례하는 이완 계수를 나타낼 때,

$$G_k(x) = \frac{2}{CW_{RT}k} x, \quad 0 \leq x \leq k$$

$$G_k(x) = \frac{-2}{CW_{RT}(CW_{RT}-k)} (x - CW_{RT}), \quad k \leq x \leq CW_{RT}$$

이고,

$\int_0^{CW_{RT}} G_k(x) dx = 1$ 인 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 14.

제 12 항에 있어서,

2차 함수 형태의 상기 확률 분포 함수 $G(\cdot)$ 는

CW_{RT} 가 상기 제 1 경쟁 윈도우를 나타내고, k 가 각 트래픽의 지연시간에 비례하는 이완 계수를 나타낼 때,

$$G_k(x) = \frac{4(1 - CW_{RT} \times \epsilon)}{CW_{RT}k^2} x^2 + \epsilon, \quad 0 \leq x \leq \frac{k}{2}$$

$$G_k(x) = \frac{4(CW_{RT} \times \epsilon - 1)}{CW_{RT}k^2} (x - k)^2 + \frac{2}{CW_{RT}} - \epsilon, \quad \frac{k}{2} < x \leq k$$

$$G_k(x) = \frac{4(CW_{RT} \times \epsilon - 1)}{CW_{RT}(k - CW_{RT})^2} (x - k)^2 + \frac{2}{CW_{RT}} - \epsilon, \quad k < x \leq \frac{k + CW_{RT}}{2}$$

$$G_k(x) = \frac{4(1 - CW_{RT} \times \epsilon)}{CW_{RT}(k - CW_{RT})^2} (x - CW_{RT})^2 + \epsilon, \quad \frac{k + CW_{RT}}{2} < x \leq CW_{RT}$$

이고, $\int_0^{CW_{RT}} G_k(x) dx = 1$ 인 것을 특징으로 하

는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 15.

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 이완 계수 k 는 D_{\max} 가 실시간 트래픽의 지연 바운드이고, τ_B 가 상기 트래픽의 잔여수명일 때,

$$k = \frac{\tau_R}{D_{\max}} CW_{RT}$$

인 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 16.

제 13 항에 있어서,

상기 1차 함수 형태의 상기 확률 분포 함수 $G()$ 는, 상기 잔여수명이 많이 남아있는 경우 낮은 우선권을 나타내고, 상기 잔여수명이 적게 남아있는 경우 높은 우선권을 나타내는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

청구항 17.

제 14 항에 있어서,

상기 2차 함수 형태의 상기 확률 분포 함수 $G()$ 는, 상기 단말이 임의의 잔여 수명을 가지고 있을 때, 상기 ε 값에 따라서 상기 단말들의 충돌 확률이 달라지는 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

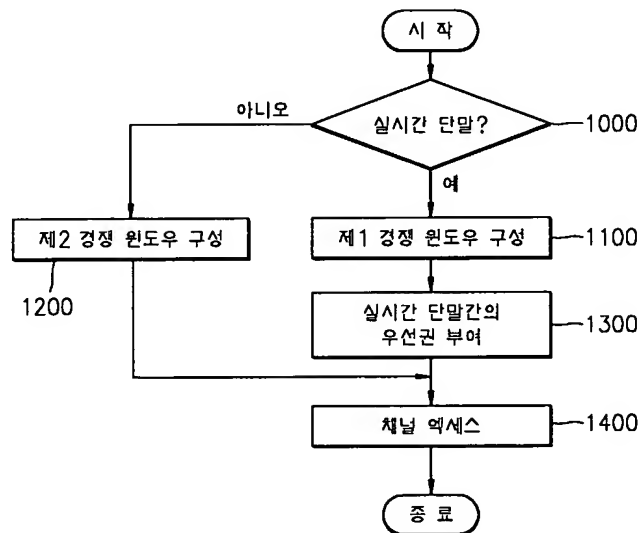
청구항 18.

제 17 항에 있어서,

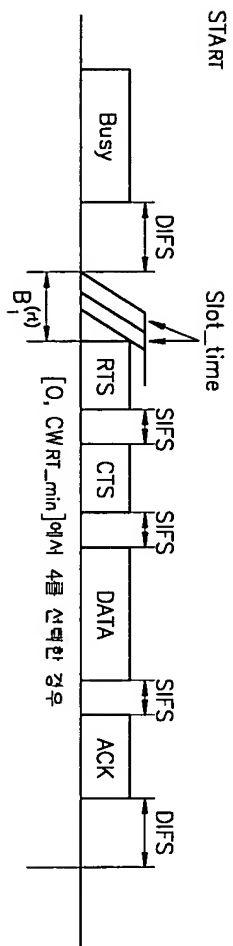
상기 ε 값은, CW_{RT} 가 상기 제 1 경쟁 윈도우 값일 때 항상 $1/CW_{RT}$ 값 보다 작은 것을 특징으로 하는 분산 MAC 프로토콜 구성 방법.

도면

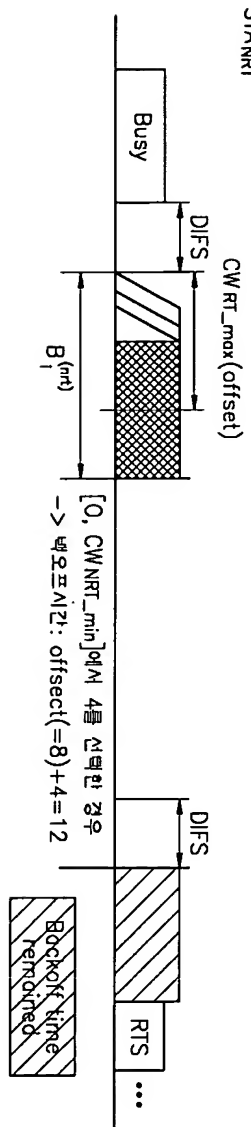
도면1



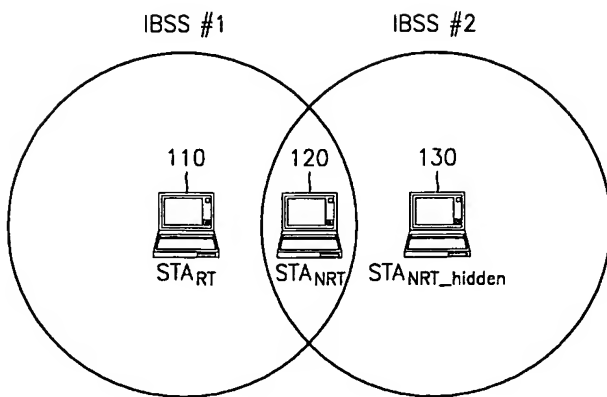
offset=8, CWRT_min=8, CWNRT_min=8일 때



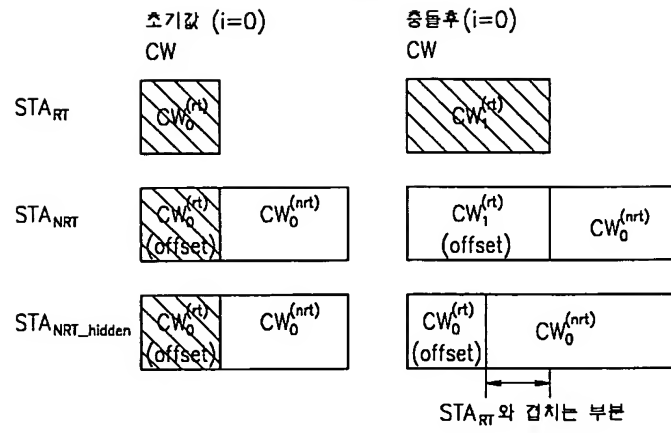
STANRT



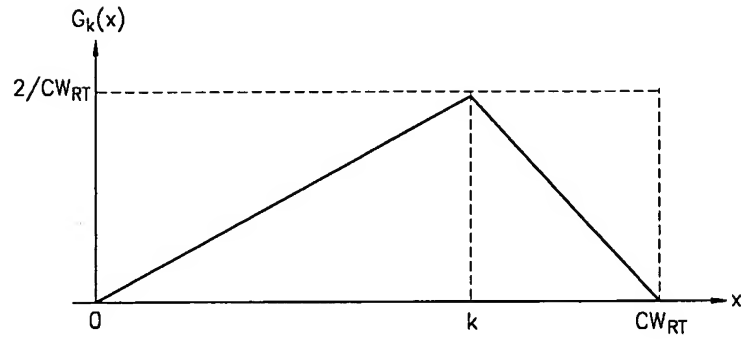
도면3



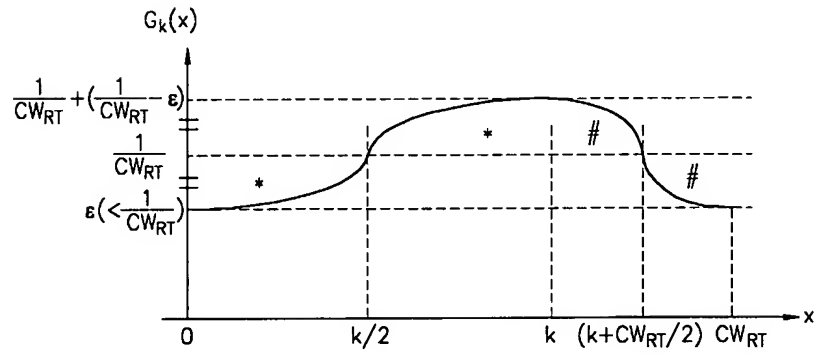
도면4



도면5

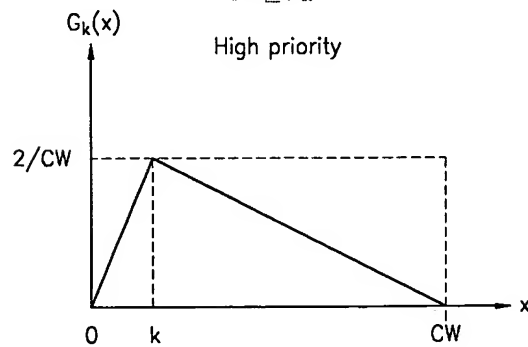


도면6

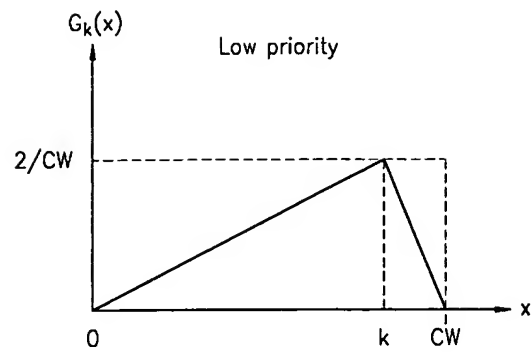


도면7a

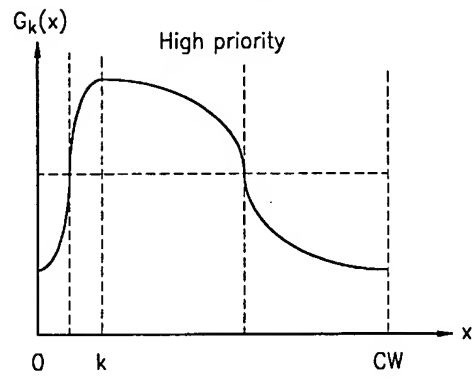
High priority



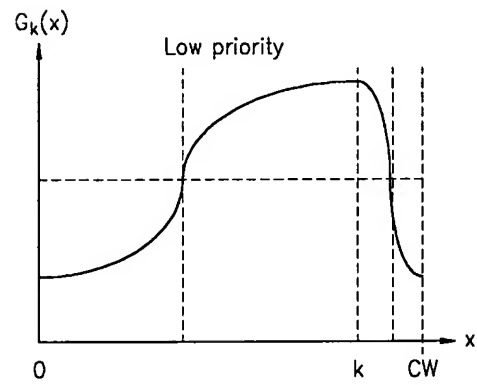
도면7b



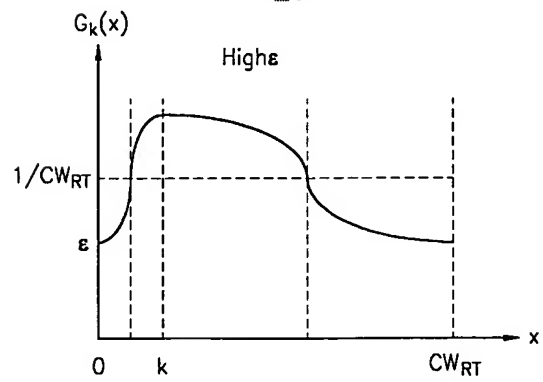
도면8a



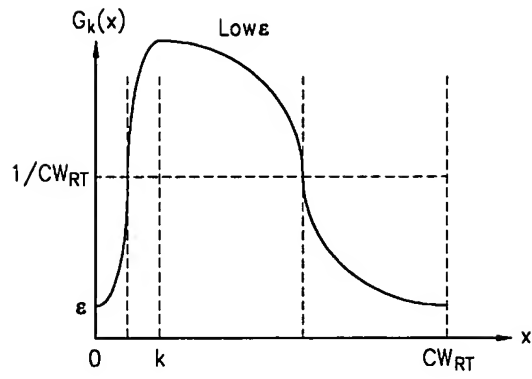
도면8b



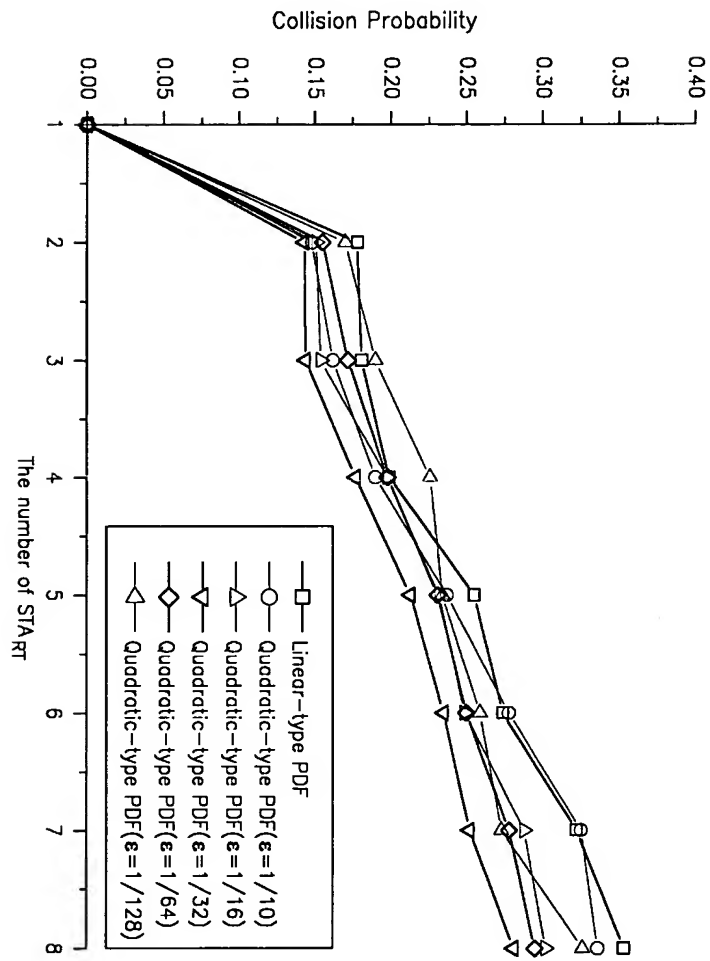
도면9a



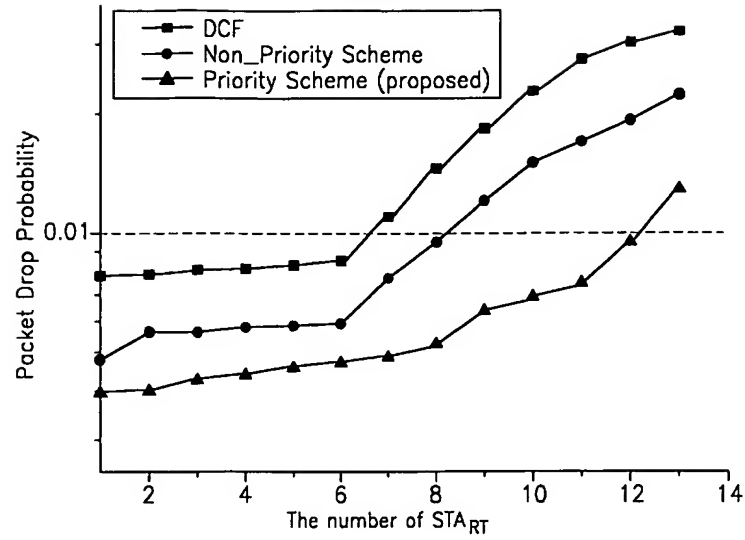
도면9b



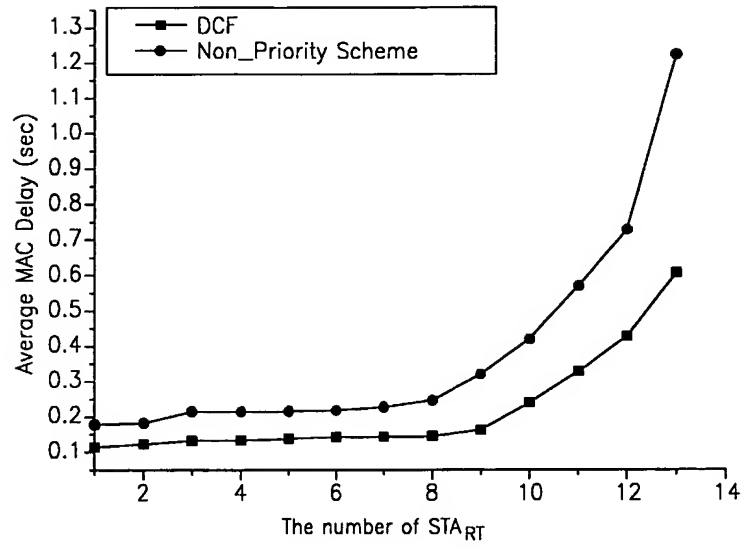
도면10



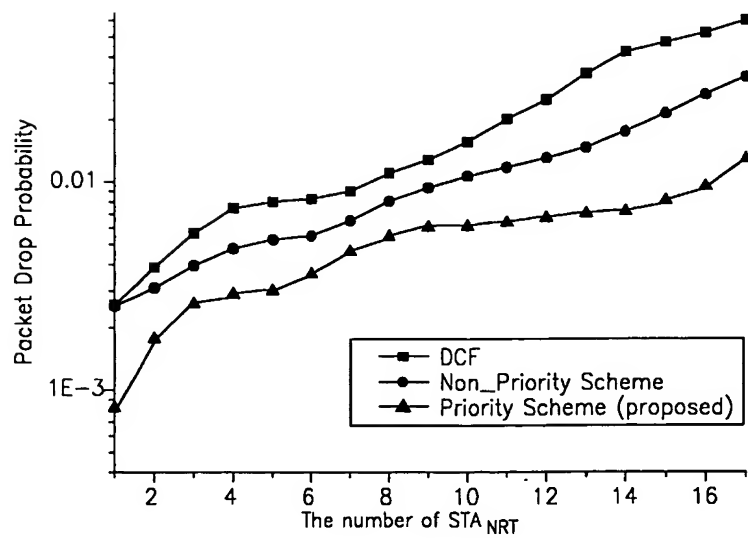
도면11



도면12



도면13



도면 14

